

AR 技術を利用した文化遺産の展示物を直接鑑賞する時の デジタルコンテンツ

北村啓子^{†1}

概要：文化遺産である古い書物や絵図の展示を鑑賞する際に、AR 技術を利用した理解を助けるデジタルコンテンツの開発を行った。展示対象の文化遺産自身に情報へのアクセスポイントを付与するのは不可能であるが、代わりにAR のマーカーマッチングを利用し、原物の特定ヶ所に付加されているかのようにデジタル情報を提供可能とする。高密度 display の小型・軽量モバイル情報端末をビジュアルガイドツールとして持ち歩きながら、原本を直接鑑賞する時に有益なデジタルコンテンツについて考察し、開発したコンテンツの報告を行う。

キーワード：古い書物、卷子、高精細デジタル画像、鑑賞用コンテンツ

Digital Contents for appreciating real cultural properties using AR technology at exhibitions

KEIKO KITAMURA^{†1}

1. はじめに

文化遺産は保護が重要であり、また所蔵者の権利もあり、自由な閲覧が難しいことが多い。また展示会で限られた期間公開されてもウォルケースの遠い所に展示されている、保護のため照度が落とされているなど、鑑賞や分析するのに仔細まで充分視るのは肉眼では難しいことも多い。

著者は長年文化遺産である古い書物や絵図などのデジタル展示の研究開発に従事してきた。[1][2][3][4][5][6][7]

デジタルアーカイブされてきている高精細デジタル画像の品質を最大限に活用し、デジタル技術を駆使して原本（原物）との境界なく原本（原物）の鑑賞を可能にすることに注力している。特に展示スペースの制約を受ける卷子や全ての展示は物理的に不可能な綴本が多いこと、そもそも文化遺産は保護のため一般の人が見る機会が少ないことを鑑み、原物と遜色のないリアルなデジタル画像を原物と共に融合させて使うことにより、鑑賞・理解をさらに深めたいと考えている。

AR (Augmented Reality) のマーカーマッチング技術を利用し、展示物 ID としてではなく、展示物の中に描かれた個々の対象について、内容依存のデジタル情報を提供することに取り組んでいる。

最近、美術館・博物館で AR 利用する例が出てきている。最初は展示物に AR タグを付与したり、美術作品のような 1 枚物の展示物自身の全形を AR マーカーとしてガイド情報を提供する ID (展示番号、QR コードのように)の役割であった。ロケーションベースの順路をガイドしながら展

示解説を提供するものもある。GPS 位置情報を使い、屋内では Wi-Fi router で位置情報を取得することも可能になり、鑑賞者が近づくと目の前の展示物の解説が始まる場所依存の受動的な情報提供が可能である。

展示物の解説情報は、テキスト・音声・ビデオのみならず CG, VR を使った AR や MR (Mixed Reality) らしいコンテンツが盛んに作られている。最近では、石棺に納められたミイラの骨体 (X線画像) を見られる例も出てきている。

2. AR 技術を利用したデジタルコンテンツ-1 — 原本(原物)と —

当館特別展 A で大型屏風を展示する機会に恵まれ [9]、原物を直接鑑賞するのを高品質のデジタル画像で原物とともに、さらに詳細に、繊細に、そしてさらにリアルな臨場感のある、鑑賞を増強することを考えた。

2.1 デジタルギャラリースコップ (単眼鏡)

展覧会で文化遺産は殆どの場合ガラスケースの中に展示されている。特に大型の屏風、襖絵などは、ウォルケースの中の遠くに演示され、遠くから全体を鑑賞するには有効であるが、近くで詳細を見るのは難しい。別途分割した高解像画像をモニターで見せるのは容易である。しかし、原本を鑑賞しながら、詳細に視たいヶ所を部分的に単眼鏡で拡大して見るような鑑賞方法を実現したいと考えた。

手元の高密度 display 搭載のモバイル端末で視たいヶ所の高解像デジタル画像を原本に重ねて観ることを可能にするこ

^{†1} 国文学研究資料館 keiko@nijl.ac.jp
National Institute of Japanese Literature

† 特別展示『伊勢物語のかがやき—鉄心齋文庫の世界—』平成 29 年 10 月 10 日～12 月 16 日 <http://www.nijl.ac.jp/pages/event/exhibition/>

とにした。“視たいヶ所”をどう意思表示するかが重要であり、ARのマーカーマッチング技術を利用し、カメラをかざすことで示すことにした。高齢者、コンピュータに不慣れな人でもスマホで写真を撮るのは比較的自然な行為である。屏風に描かれた多くの絵図は、物語の場面が配置されており、意味ある単位で自然な分割が可能である。物理的な位置(座標)よりも人が見る単位をそのまま使用できるという意味でもAR手法は適している。



(伊勢物語図屏風)

tablet/smart phone

Fig.1 デジタル単眼鏡のイメージ

対象の屏風は 156 cm x 356 cm 6曲二隻一双(一対)に45図が描かれている。



Fig.2 実際に展示された屏風

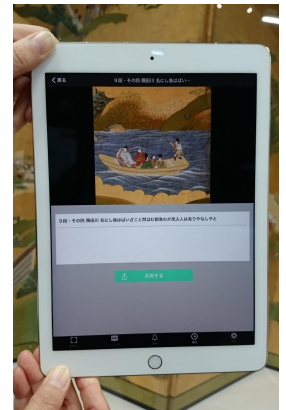
利用者は注目する視たい絵図にスマホ・タブレットのカメラをかざすだけである。各場面の画像をマーカーとして、その場面の png 画像をターゲットとしている。カメラビューの映像を AR マーカーとマッチング(画像認識)を行い、マッチしたターゲットの再現性高い png 画像データをモバイル端末に表示する。利用者は、手元のスマホ・タブレットで美しい画像を観、zooming して見る事が可能である。



Fig.3-1 マッチングした場面の画像が iPad に表示される

さらに、各絵図の”段数、場面名、和歌”を追加デジタル情報として提供される。今観ている絵図の素性を知ることができる。

Fig.3-2 追加デジタル情報が iPad に表示される



実際の展示を模した事前実験をする環境が無く、展示開始の1週間前に実際に演示されてから初めての実験となった。事前に心配していた点を確認した結果を示す。

- ・ガラス越しかつ距離のある位置からのマーカーマッチングが可能か
- ・ほぼ問題なくマッチングできた。マーカー作成上の問題がいくつか出てきた点については後で述べる。
- ・距離のある位置でモバイル端末の表示画像と原本を重ねて観られるか

モニタ上の画像とはモバイル端末の距離調整(前後移動)で大きさ・位置調整をし、重ねることは容易である。大型屏風の場合位置調整は可能であるが、距離があるため大きさの差が格段に大きく、重ねて連続性を把握するのは難しい。逆に大きさを合わせると手元の画像がとても小さく高品質の良さが損なわれる。目の前の屏風の見ている絵図を高品質(恐らく原物を肉眼で認識している以上)で手元で詳細まで視ることには成功している。

- ・データサイズの大きい PNG 画像を Wi-Fi 環境で高速に情報端末に転送可能か(画像品質とネット環境の程よい兼ね合いを探る)

1 場面の PNG 画像は 7MB 以下に編集した。

8千万画素デジタルカメラ 一隻を6分割撮影 1/6の画像	10328x7760 pix tiff: 229MB png: 118MB
264ppi (ipad 想定) に落とす 各場面	4MB~20MB (.png)
サイズ大きい場面	トリミング&ppiを下げる (200ppi~)

館内 LAN 1Gbps --- Wi-Fi router 1300Mbps (IEEE802.11ac) 450Mbps(IEEE802.11n)の環境で、ストレスの無い快適なスピード感で PNG ファイルをダウンロードできた。

実際に演示された屏風を使ってテストして初めて現場で気付いた問題を挙げる。

- ・屏風は折り返さないと自立しない!

・折をまたがる絵図の認識率が低い。富士山の例で一目瞭然であるが、平面で撮影した画像をマーカーに使用したため、折り返しをまたがると形状が全く変わる。またがっていないくても、



角度が付き変形する。多少の角度は画像認識でカバー可能であるが、表面に水平にカメラをかざすのに比べて認識率は下がる（認識に時間がかかる）。



折って自立した状態でマーカー用写真を撮り直す時間の余裕がなく、折り返しをまたがる場面について、マーカーを分割し両方をマーカーとすることにした。

・対象場面が隣接する場合、競合が起きる。遠いのでカメラビュー内に複数のマーカーが入ることがある。面積の小さい絵図が不利となる。面積の小さい絵図の隣接する絵図



の隣接する側をマーカーから削ることにより、改善されたヶ所もある。さらにマーカー範囲の研究が必要である。

2.2 挿絵の現代語訳・英訳

くずし字でかかれた古典作品など文化遺産での展示で必ず問題になるのが、一般の人が読めないことである。実展示では、重要なヶ所は翻刻・現代語訳のパネルを作成し並置するなど工夫している。展示物全ての準備するのは労力大である上、同じ量の翻刻を全て展示すると、原本の鑑賞の妨げにもなり、何の展示をしているのかわからなくなる可能性もある。3.2 で報告する『新古今和歌集』での翻刻表示が高い評価を受け、古典 AR の一つの標準にした。

伊勢物語は各場面の絵図が有名で、典型的な構図がよく知られている。特に挿絵に注目し、その絵図がどの段のどの場面でどんなストーリーであるのか、現代語訳を提供することにした。翻刻はくずし字を1文字ずつ現代語文字に置換えてあるので、背景を透過にし原本と重ねて見せることにより、利用者がくずし字と並べて一字一字追いながら読むことができる。AR の特長を活かした (ARらしい) コンテンツと言える。現代語訳は字毎の対応は無く意識であるので、背景透過を止め、暗い展示会場内でも読み易い背景色にした。

伊勢物語は世界的にも有名な作品であり多言語翻訳されているので、英訳も併せて提供することにした。英訳(翻訳家 Peter MacMillan 氏の使用許諾をもらい OCR で変換)テキストを作成しさらに、Amazon の AI 読上げソフト

Polly を使って British English の voice reading(mp3)に変換し、読み聴きできるようにした。

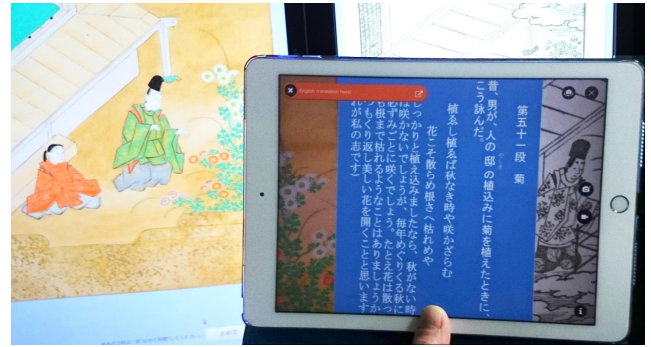
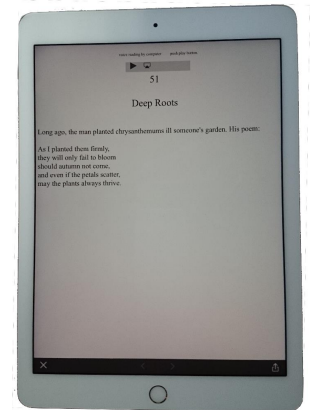


Fig.4 現代語訳

リンク先の英訳と voice reading 再生

実展示では、1. 見開きしか展示できない綴本 2. 一部しか展示できない巻子を補完するため、2種類のデジタルコンテンツを開発した。



2.2.1 嵯峨本と奈良絵本の見比べ



Fig.5 実展示

江戸時代の古活字「嵯峨本」、これを做ったと言われる構図が酷似の「奈良絵本」、両本の挿絵全49図(嵯峨本一図欠)を4Kモニタで比較対照しながら見せる。この異本の比較対照をスライドショー形式で見せるデジタル展

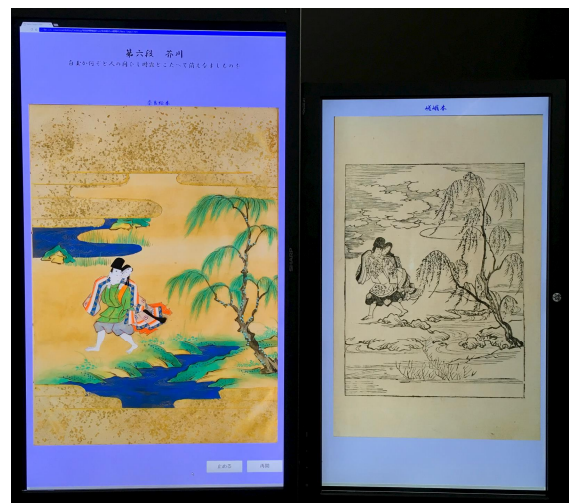


Fig.6 嵯峨本と奈良絵本の見比べ

示も標準の一つであり、4K モニタ縦表示を2台横につないで提示した。両本の構図を見比べながら鑑賞できる。

知りたい絵図にカメラをかざすことで、その現代語訳・英訳が個々のモバイル端末に表示される。両本の挿絵をAR マーカーとして使用している。

2.2.2 『伊勢物語絵巻』



Fig.7 実展示

彩色と白描の2巻を巻頭～巻尾鑑賞できる卷子標準のデジタル展示を作成した。3台2台つなぎの超横長モニタで自動横スクロールは巻きながら観ている気分になれる。彩色には7図、白描には12図が描かれている。上の見比べと同じく、挿絵をかざしARで出てくる日本語現代語訳・英訳を手元で読み、聴くことができる。



Fig.8 彩色絵巻のデジタル展示(モニタ3台)と絵巻2本

2.3 AR ガイド

音声ガイドは広く普及しており、展示作品に示された番号を選択によって好きな解説を聞くのが一般的である。QRコードを使ったり、ロケーションベース(GPS位置情報, 屋内Wi-Fi routerで取得する位置情報)を使い場所依存で鑑賞者にとっては受動的に解説を提供する試みもされている。原本内の任意の場所へのアクセス手段としてARを使うことを発想したので、展示の識別子として使うのは

意味がないと考えた(番号やQRコードでよい)。展示の目的によって毎回展示ヶ所は違う、そもそも原本の特定場所へその内容依存のデジタル情報を付与したいのである。

たまたま今回の特別展ではキャプションに展示番号を振っていなかったで、キャプション自身をARマーカーとして使用することにした。展示全80点のキャプションにカメラをかざすと作品の解説とキャプションに書かれた人名(京極為兼(筆))についての人名ガイドが出てくる。

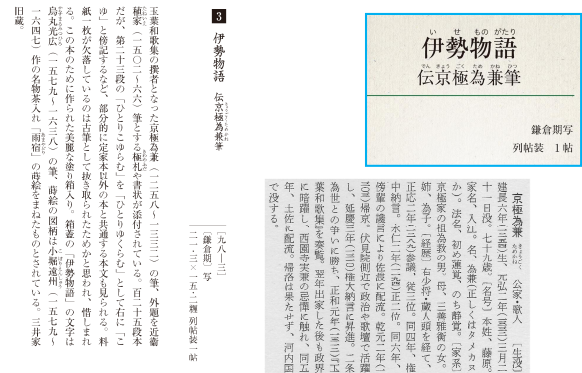
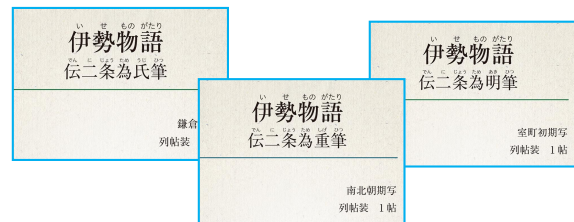


Fig.9 キャプション例とかざして出てくる解説と人名ガイド

しかしながら、原本に(明示的に)書かれていない重要な情報があることに気付かされた。古い書物は多くの題(書名)が明示的に書かれていたり、全く無かったりする。写本。版本を長年繰り返し異本が数多く存在し、全て『伊勢物語』ということになる。個々の本を識別するために特徴を示すサブタイトルを付す。今回の特別展では32/77作品は書名『伊勢物語』である。例えば、"『伊勢物語』



伝誰それ筆"。原本のどこにも書かれていないが、筆跡・異本からの情報、他様々な状況などから判断した学術的情報である。これはキャプションまたはリーフレットの改題にしか出てこない。

今回のように特定の作品『伊勢物語』がテーマの展示の特徴かもしれないが、書名殆どが同じ、識別子は「伝誰それ筆」、人名も一文字違いが多かった。キャプション自身の形は統一され全て同じである。マーカーの違いを識別するのが困難なケースがあった。『作品』特集の展示の場合は発生する可能性がある。

キャプションをAR マーカーにし、現場でテストをする
 と、問題が出てきた。展示ケース内で、サイズが小さい。
 手前の近くは問題ないが、奥手に置かれたキャプションは、
 遠いと手を伸ばして影になりやすい、ライトの映り込みが
 多いため、マッチング率が極端に下がることがわかった。
 演示方法との事前の調整が重要である。

3. AR を利用したデジタルコンテンツ-2 — デジタル画像と —

過去の展示で、様々な条件で原本を直接使用することができ
 ずデジタル展示の画像を使って試行してきた。展示作品の
 形状、提供したい情報など毎回変わる展示に合わせて開発
 してきた3種類のデジタルコンテンツを報告する。

3.1 翻刻表示 “ここ何て読むの？”

展示物が断簡、古筆切など一枚物が多い時に、原本を直
 接AR マッチングしようと考えた。

原本にカメラをかざしてデジタル情報を提供する試み
 を、当館での実展示で行った。しかしながら、ガラス展示
 ケース内に従来通り演示している原本はモバイル端末のカ
 メラを使ったAR マッチングにはいくつか障害があった。

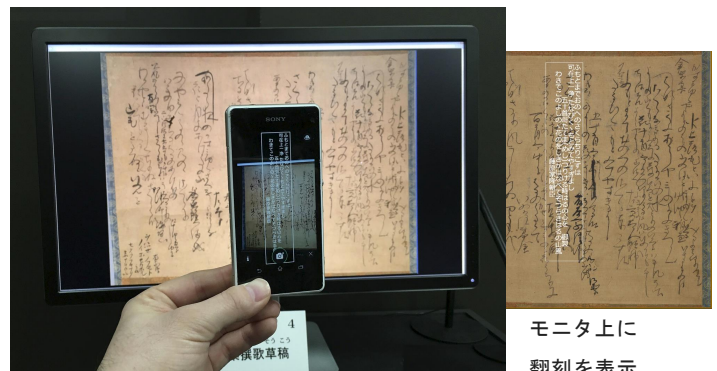
- ・モバイル端末が原本上に影を作る
- ・ガラス越しで照明が映り込みマーカーと別画像になる

条件が良ければAR マッチングは成功するが、条件が悪
 い場合もある。照明映り込みを外すなど、AR 未経験者に
 制約が大き過ぎる。突然使わせるのは困難である。また、
 AR で翻刻を出し、原本のくずし字と並列して追って読ま
 せることが目的であったため、ガラスケース下面に水平に
 演示された原本を上から覗き込む形態では、困難と考えた。
 最終的に、デジタル展示で原本画像を表示したモニター上
 で行うことにした。

一般の人が読めないくずし字で書かれた原本に、翻刻(くず
 し字を現代文字セットで書き直したもの)テキストを重ね
 て見るコンテンツを開発した。AR 技術を利用し、カメラ
 をかざしたヶ所の翻刻をカメラビューに表示する(Fig. 6
 左)。原本の該当ヶ所に並べて一字一字見比べる・読み比
 べる、翻刻だけを読むなどできる。情報端末に不慣れな人
 用に翻刻を同じモニター上に表示する機能も併設したが
 (Fig. 12 右)、原本を直接読む・鑑賞する妨げになる。AR
 ではこれを避けることができる。

情報端末のカメラビュー上に翻刻(背景透過)が表示さ
 れるため、くずし字本文と並べて翻刻を読む、好きな場所
 に翻刻を表示させる自由度もある。また、閲覧者が興味あ

るヶ所に特定した情報を個別の端末に提示できるので、個
 人の興味に即したパーソナライズされた情報提供が可能で
 ある。



(新古今和歌集線歌草稿(断簡))

4K モニタ 2829x200pix PNG 形式

Fig.10 古典 AR スマホを使用

3.2 居候地頭 “AI が語る悲哀物語”

『「居候地頭」の様子がわかる古文書』の史料、江戸時
 代存在した居候地頭について記述された藩の史料であり、
 居候地頭の実態が描かれた珍しい面白い史料である。江戸
 時代の史料(オフィシャルドキュメント)は殆どが漢字の
 くずし字で書かれており、読み下し文(現代文字に翻字
 したもの)は漢字カタカナ混じり文であり、一般の人には漢
 文に近く平安・鎌倉のかな漢字混じりくずし字より読むの
 が難しい。

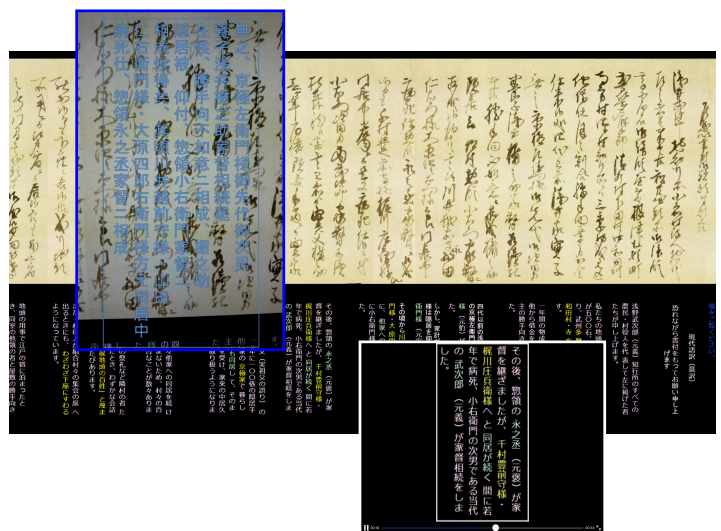


Fig.11 史料原本と読み下し文・現代語訳・AI 読上げ

原本画像をかざすと読み下し文を出す(Fig13 左上
 display)が、原文と並べて追って読める(歴史愛好家も少
 なからず居たが)一般の人は少ないので、現代語訳を提供
 することにした。しかし、現代語訳(意識は)大まかな対

応だけで、原文の対応するヶ所に重ねて見ることは殆ど意味がないことがわかった。大まかな対応でモニタ上に現代語訳も表示した(Fig13 下半分)。更に、現代語訳の読み上げナレーションを提供することを考えた。最近のコンピュータ読み上げ技術の評価を兼ねて、5,6種類の日本語対応の読み上げソフトを試した。結果、Amazon AI ソフトの1つである Polly が発音・イントネーションが自然で、何より官職はじめ歴史的専門用語や人名もほぼ正しく読んだ。現代語訳の一まとまり(パラグラフ)単位で、AR マーカーを作成し、原本をかざすと読み下し文を出し、現代語訳をかざすと AI 読み上げ音声を再生するコンテンツを作成した。

3.3 東海道五十三次情報 “宿場 hunting” [8]

展示スペースの制約で、卷子のように長いものは一部を、綴本(冊子)は見開きページしか展示できない。従って、展示作品全体に渡りデジタル情報を提供するために、デジタル展示で原本画像を表示したモニタ上での情報提供にならざるを得ない。

『東海道分間絵図上下巻』を選び、特徴的な凡例で描かれた宿場名をマーカーとして利用し、宿場情報を提供することを考えた。



上巻18m,下巻20mの卷子の中でもとりわけ長い、展示ケース内で実際に広げられるのは30~40cm程度である。見せたいヶ所が複数ある場合は、展示替えるか、写真パネルを並置するかが実展示での手法である。デジタル展示で2巻とも巻頭~巻尾(日本橋~京都三条大橋)まで自動横スクロールで見せる標準パターンを準備した。



(東海道分間絵図上下巻) モニタ 30inch x3台 (7680x1600pix)
画像上巻 78,244x1,600pix 下巻 108,115x1,600pix PNG形式
Fig.12 東海道分間絵図上下巻

非常に長い絵図の中から、ランドマークの宿を抜き出し、順次表示する。カメラで宿場名をかざすとモバイル端末に関連情報が表示される。その宿の歌川広重『東海道五拾三次』の絵、館蔵『東海道五十三駅鉢山図絵』の絵図、その他様々な宿場の絵図を表示、宿場の解説、宿場の古写真・現在の写真など、さらに参照情報のあるサイトへリンクして宿場に関する多彩な情報を提供する。

絵図全体の展示は、卷子の標準提示手法である自動横スクロールでデジタル展示を行っていた。ゆっくり自動スクロールするデジタル画像上でも、AR マッチングが成功することを確認した。しかしながら、AR マッチング後デジタル情報を見ている内に宿場が過ぎ去ってしまうのを避け

るため、それぞれの宿場のワンショット画像をスライドショー形式で提示することにした。

30 インチ 4k モニタ(3840 x 2160 pix)



Fig.13 “宿場 hunting”

4. 評価

ø古典øとøARøのミスマッチがインパクトを与えたように、来館者に非常に興味を持ってもらった。特別展の新聞記事紹介、インタビュー記事などの中で紹介してもらった。その効果か古典 AR を目当てに展示を訪れた人も居た。

デジタルギャラリースコープは、手元で美しい画像を見られることの驚きと反響が大きかった。「段・タイトル・和歌が出てくるのでよくわかる」の声も多かった。

AR 体験会(3回開催)では、自ら手を出さない人にも iPad を渡す、「使い方がわからない」と言われても「こうやってかざすだけです」と渡すとやってくれる。殆どが高齢者であったが、手が出なくても興味のある人は多い。

当館の鑑賞者は高齢者が多い。アンケートでは、入場者3242名中、アンケート回答数140名中、50代以上が99名、約70%であった。自由回答によると、興味を持って挑戦する派と使い方がわからないと拒否する派がほぼ半々であった。

日頃くずし字が読めない一般の人から展示現代語訳を横に置いてほしいとの要望が多い。AR で現代語訳を読む人・聴く人は多かった。英訳は読めない・聴かないが凄いと感動する人が多かった。

翻刻表示“ここ何て読むの?”で翻刻を原本と重ねて読むのは、一般の人に使ってもらう機会が殆ど無かった。研究者の評価が高かったのは、教育用に使えるという目算があったかもしれない。翻刻データを作る展示があれば是非一般の人の評価を得たい。

"宿場 hunting" は、江戸時代の東海道は大人も子供も興味があり、宿場町名は誰もが知っているので、楽しめるコンテンツとなった。

5. 考察

文化遺産である古い書物や絵図の展示を鑑賞する際に、原本（原物）と共にデジタル画像を使う展示、デジタル情報にアクセスする手法として AR 技術を利用したデジタルコンテンツを報告した。文化遺産自身に一切手を加えることなく、デジタル情報にアクセスすることを可能にする手法として、AR 技術の利用は有効である。

デジタルギャラリースコープ（単眼鏡）は、新しい試みとしての驚きとともに評価を受けた。目の前にある原物の写真が出てくるという、AR らしくないコンテンツと言えよう。しかし鑑賞の大きな助けになると確信した。

原本（原物）を直接鑑賞することを目標にしているが、展示の物理的制約を考えるとそれを広げる手段として電子機器を使ったデジタル展示は必須と言わざるを得ない。これまでは展示原本とは別に他の頁はパソコンのモニターで別コンテンツで（隔絶されて）あったが、原物と遜色ない品質のデータであれば、モバイル端末で原本と重ねて、または手元で観ることは原物の鑑賞を深め理解を助ける。実際の視力を超えた鑑賞を可能にする AH（Augmented Human）の要素もあるかもしれない。

e_paper のような紙に近い質感のディスプレイや、透過型ディスプレイなどの技術を使い展示ケースや原本自身または空中にディスプレイするなど、一層原本とデジタル情報の境界を無くすことが可能と考える。特に e_paper については早くから注目し、展示ケースの中に原本と共に設置し、展示原本と連続して自動スクロールする卷子、頁めくりする綴本を可能にする表示デバイスになり得ると考えてきた。解像度と発色が充分上がるのを期待している。

原本（原物）の従来の演示方法のままでは AR マッチングに不都合なケースも出てきた。展示企画の段階から実展示に無理のない範囲で工夫・調整が必要である。さらに回を重ね、経験・ノウハウを蓄積していきたい。

実展示での運用を通して、AR マーカーマッチングの問題が出てきた。画像認識の方式自身の改造、対象用にカスタマイズすることも含めて検討していきたい。

本文では触れなかったが、特別展用に作成した図録[9]を持ち帰った後も、同じ作品の写真にカメラをかざすこと

で会場と同じ AR コンテンツを楽しむことが可能である。これも AR 技術の特長の一つである。今回は、伊勢物語屏風絵全ての 4 9 図と、嵯峨本・奈良絵本は各 1 図、絵巻はそれぞれ 2 図、1 図が対象となっている。

展覧会へスマホ・タブレット持って行こう！という日が近い内に来ることを期待している。

歴史・文化遺産の展示など貴重な共有財産を対象にする場合、まずその保護を優先しなくてはならない。代わりにデジタル画像のみを使わざるを得ないこともあるが、共に使うことによって、文化遺産の保護が担保され、さらに文化遺産を鑑賞する機会が増えると嬉しい限りである。

本研究は、科学研究費助成金(基盤研究(C))『拡張現実技術を利用しデジタル展示と展示原本とを連続的に融合するための基礎技術開発』(平成26年度～29年度)の研究支援を受けている。

参考文献

- [1] 北村啓子, 古典資料・古文書の展示における AR 技術の利用 - <<古典 AR>> の紹介 -, 国文学研究資料館紀要第 43 号 (2018) 予定稿
- [2] Keiko Kitamura, Case study of digital exhibition of Japanese classical writings and drawings based on AR technology, The International Conference on Culture and Computing 2017 proceedings, pp. (2017)
[3] 北村啓子, 卷子本の高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するために効率よくコンテンツを作成する方法, 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション(DCC), Vol.2016-DCC-14, PP1-5, (2016)
http://drive.google.com/open?id=0B5Jpoo0ihhC_bnNfSTJXb0E4Z0k
- [4] 北村啓子, 国文学研究資料館において作成してきたデジタル展示プログラミングの労なく作成するために-, pp. 7 - 32, 国文学研究資料館紀要第 41 号 (2015)
<http://id.nii.ac.jp/1283/00000965/>
- [5] 常設展示『新和書のさまざま』のモバイルガイドシステムの紹介, 国文研ニュース研究ノート, No.35 SPRING 2014
- [6] Keiko Kitamura, Common Software for Digital Exhibition of Japanese Cultural Heritage in Literature, The International Conference on Culture and Computing 2013, poster presentation PS1-05, proceedings, pp 137-138, (2013)
- [7] 北村啓子, 国文学資料の電子的展示技法に関する研究 - デジタル展示の開発効率向上のために -, 画像電子学会第 10 回画像ミュージアム研究会, pp. 33-44, (2012)
- [8] 「真山青果旧蔵資料展-その人、その仕事-」リーフレット (2017)
http://www.nijl.ac.jp/pages/event/exhibition/images/maya_maseika_1212.pdf
- [9] 国文学研究資料館特別展示『伊勢物語のかがやき - 鉄心斎文庫の世界 -』図録(2017)